







Blade containment system for a turbofan engine

Patent number: EP0795682
Publication date: 1997-09-17
Inventor: GOODWIN JEREMY PAUL (GB)
Applicant: ROLLS ROYCE PLC (GB)
Classification:
- International: F01D21/04; F01D25/24; F02K3/04
- european: F01D21/04B
Application number: EP19970300729 19970205
Priority number(s): GB19960005284 19960313

Also published as:

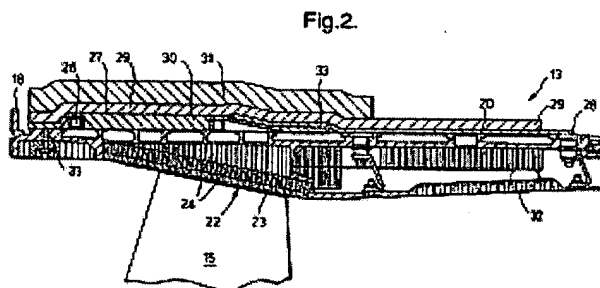
 EP0795682 (B1)

Cited documents:

 EP0626502
 US5447411
 EP0286815
 FR2216174
 US4547122
more >>

Abstract of EP0795682

Casing assembly for a gas turbine engine comprising an annular cross section casing around which a plurality of flexible material are wound. One or more rigid panels are positioned between the wound flexible material and the annular casing. The rigid panel provides enhanced containment of a detached fan blade or part of a fan blade by distributing the load of the detached blade across the wound flexible material.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

19 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

12 **Übersetzung der
europäischen Patentschrift**

97 **EP 0 795 682 B 1**

10 **DE 697 01 831 T 2**

51 Int. Cl. 7:
F 01 D 21/04
F 01 D 25/24
F 02 K 3/04

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 697 01 831.8
56 Europäisches Aktenzeichen: 97 300 729.7
96 Europäischer Anmeldetag: 5. 2. 1997
97 Erstveröffentlichung durch das EPA: 17. 9. 1997
97 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 3. 5. 2000
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 17. 8. 2000

30 Unionspriorität:
9605284 13. 03. 1996 GB

73 Patentinhaber:
Rolls-Royce plc, London, GB

74 Vertreter:
G. Koch und Kollegen, 80339 München

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

72 Erfinder:
Goodwin, Jeremy Paul, Darley Abbey, Derby DE22
1ER, GB

54 **Berstschatzeinrichtung für ein Bläsertriebwerk**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 697 01 831 T 2

DE 697 01 831 T 2

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Fan-Kanalgehäuse für ein Fan-Gasturbinentriebwerk, und insbesondere bezieht sich die Erfindung auf einen verbesserten Berstschutzring, der innerhalb des Fan-Kanalgehäuses angeordnet wird oder einen Teil 10 des Gehäuses bildet.

Fan-Gasturbinentriebwerke, die ein Flugzeug antreiben, weisen im allgemeinen ein Kerntriebwerk auf, das einen Vorschubfan treibt. Der Fan besteht seinerseits aus mehreren radial 15 verlaufenden stromlinienförmig gestalteten Schaufeln, die auf einer gemeinsamen Nabe montiert und innerhalb eines allgemein zylindrischen Gehäuses umlaufen.

Es besteht eine entfernte Möglichkeit, daß bei derartigen 20 Triebwerken ein Teil einer Fanschaufel oder die gesamte Fanschaufel von dem übrigen Teil des Fans abgeschleudert wird. Dies kann beispielsweise eine Folge davon sein, daß das Triebwerk einen Vogel oder andere Fremdkörper eingesaugt hat. Es ist daher extrem wichtig, daß die Schaufel innerhalb des Gehäuses zurückgehalten wird und nicht durch das 25 Triebwerk hindurchgeschleudert wird und eine Beschädigung verursacht.

Die Verwendung von Berstschutzringen für Gasturbinen- 30 Triebwerksgehäuse ist bekannt. Derartige Ringe wurden früher aus Metall oder stattdessen aus Glasfasern oder Kohlenstofffasern usw. hergestellt. Sie bildeten normalerweise einen integralen Teil des Kompressorgehäuses.

35 Neuerdings richtet sich das Problem eines Berstschutzes für einen Fan darauf, daß festes Faserstoffmaterial um ein relativ dünnes Fanggehäuse herumgewickelt wird. Falls sich

eine Fanschaufel löst, durchschlägt sie das Gehäuse und wird von dem Faserstoffmaterial aufgehalten.

- 5 Das einer derartigen Faserstoffumhüllung zugeordnete Problem besteht darin, daß eine Gefahr darin besteht, daß die Schaufel unter gewissen Umständen die Faserstoffumhüllung durchschneidet und so durch diese Umhüllung hindurchtritt. Dieses Problem soll gemäß der GB 2159886B dadurch gelöst werden, daß
- 10 zwischen den Materialschichten Faserstoffpflaster eingelegt wurden. Die Faserstoffpflaster wickeln sich um die Schaufel, während diese durch einen Teil des Materials hindurchtritt, wodurch in wirksamer Weise die Vorderkante der Schaufel abgestumpft wird, wodurch diese am Durchdringen der übrigen
- 15 Schichten gehindert wird.

- Eine zusätzliche Schwierigkeit bei Fanggehäuse-Konstruktionen besteht darin, daß das Gehäuse so dünn als möglich gehalten wird, damit es ein möglichst geringes Gewicht hat, und das
- 20 führt zu einem Verlust an Steifheit innerhalb des Gehäuses als Ganzem. Dieses Problem ist insbesondere schwerwiegend bei Fanghäusern mit großem Durchmesser. Die EP-A-0 626 502 A1 beschreibt kontinuierliche Materiallängen, die um Schienen herumgewickelt sind, welche auf der äußeren Oberfläche des
- 25 Fanghauses montiert sind. Der Raum zwischen den Schienen wird mit diskreten Stücken aus flexiblem Material ausgefüllt. Daher bricht eine abgeschleuderte Schaufel anfangs durch das dünne Legierungsgehäuse, wird durch die diskreten Materialstücke abgestumpft, die am Gehäuse befestigt sind, und die
- 30 Schaufel wird dann durch das Material zurückgehalten, das um die Schienen herumgewickelt ist.

Das Zurückhalten der Schaufel innerhalb der Faserstoffumhüllung kann jedoch unter gewissen Umständen schwierig erreicht

35 werden.

Eine weitere Konstruktionslösung wird in der US-A-5 447 411 beschrieben.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die erwähnten Probleme zu vermeiden und eine verbesserte Fanschaufel-Berstschutz-Vorrichtung zu schaffen.

5

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Gasturbinentriebwerks-Gehäuseaufbau vorgesehen, der ein im Querschnitt ringförmiges Gehäuse aufweist, welches eine ringförmige Anordnung rotierender stromlinienförmiger Schaufeln umschließt, wobei das
10 Gehäuse eine radial äußere Oberfläche aufweist und mit mehreren Lagen aus flexiblem Material versehen ist, die als kontinuierliche Längen um das Gehäuse herumgewickelt sind, wobei wenigstens eine im wesentlichen starre Platte zwischen das flexible Material und das im Querschnitt ringförmige Ge-
15 häuse gefügt ist. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die starre Platte zerbrechlich ausgebildet und lösbar am Gehäuse an im Abstand zueinander liegenden Punkten der Platte montiert ist.

20 Zweckmäßigerweise dient die starre Platte zur Verteilung der Last der abgeschleuderten Schaufel über die Länge der Kohlenstoffplatte. Dies unterstützt die Maßnahmen, die verhindern sollen, daß die abgeschleuderte Schaufelform durch das aufgewickelte Kevlar[®] hindurchschneidet und die Zahl der Schich-
25 ten aus flexiblem Material vermindert. Außerdem bewirkt die starre Platte eine zusätzliche Abstützung für den Fall, daß sich im Gehäuse ein ringsumlaufender Riß entwickeln sollte. Unter derartigen Umständen würde die starre Platte als
30 senkräfte innerhalb der Triebwerkslager dienen.

Vorzugsweise ist die starre Platte aus Kohlenstofffasern oder Stahl geformt.

35 Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben. Die einzige Figur der Zeichnung stellt einen Teilschnitt des Fanghauses eines Fan-Gasturbinentriebwerks gemäß der vorliegenden Erfindung dar.

Das dargestellte Mantelstrom-Gasturbinentriebwerk ist allgemein von herkömmlicher Bauart. Es weist ein Kerntriebwerk auf, das einen Schubfan antreibt, der in einem Fangehäuse-Aufbau umläuft. Der Fanstrom wird in zwei Einzelströmungen aufgeteilt. Die erste und größte Strömung wird außerhalb des Triebwerks über eine ringförmige Anordnung von Auslaß-Leitschaufeln ausgeblasen, die am stromabwärtigen Ende des Fangehäuses 13 angeordnet sind. Die Auslaß-Leitschaufeln erstrecken sich allgemein in radialer Richtung und verbinden das Fangehäuse mit dem Kerntriebwerk. Der Rest der Luftströmung des Fans wird in das Kerntriebwerk geleitet, wo eine Kompression und Vermischung mit Brennstoff stattfindet, bevor das Gemisch gezündet wird, um das Kerntriebwerk durch herkömmliche Turbinen anzutreiben.

15

Der Fan weist eine ringförmige Anordnung von radial verlaufenden, im Querschnitt stromlinienförmig ausgebildeten Schaufeln 15 auf, die an einer gemeinsamen Nabe festgelegt sind. Während der Arbeitsweise des Fan-Gasturbinentriebwerks treibt das Kerntriebwerk den Fan mit hoher Drehzahl an. Es besteht die unwahrscheinliche Möglichkeit, daß infolge eines mechanischen Fehlers eine ganze Fanschaufel 15 oder ein Teil hiervon vom Rest des Fan abgeschleudert wird. Ein solcher mechanischer Fehler kann beispielsweise dann auftreten, wenn ein Fremdkörper, beispielsweise ein Vogel, auf den Fan auftrifft. Die hohe Drehzahl des Fan gewährleistet, daß eine derart abgeschleuderte Fanschaufel 15 oder ein Teil hiervon radial nach außen mit großer Kraft auf den Fangehäuse-Aufbau geschleudert wird.

30

Es ist aus Sicherheitsgründen extrem wichtig, daß die abgeschleuderte Schaufel 15 innerhalb des Fangehäuses 13 aufgefangen wird. Sie sollte jedoch nicht durch den Fangehäuse-Aufbau 13 hindurchtreten und eine Beschädigung des Flugzeuges verursachen, an dem das Triebwerk montiert ist.

Das Fangehäuse 13 besteht aus einem im Querschnitt ringförmigen Gehäuse 17, das vom Kerntriebwerk über die Auslaß-

Leitschaufeln getragen wird. Am stromaufwärtigen Ende des Gehäuses ist ein Flansch 18 vorgesehen, um eine Befestigung des Gehäuses am Triebwerkseinlaß zu ermöglichen, und das Gehäuse weist Auslaß-Leitschaufeln auf, wodurch das Gehäuse insgesamt versteift wird.

Die radial innere Oberfläche des Fangehäuses 17 trägt eine ringförmige Auskleidung 22, die die radial äußeren Enden der Fanschaufeln 15 umgibt. Die Auskleidung 22 steht mit einem beträchtlichen Abstand radial nach innen derart vor, daß sie unmittelbar benachbart zu den radial äußeren Spitzen 23 der Fanschaufeln 15 zu liegen kommt. Die Auskleidung 22 trägt außerdem einen die Axialströmung definierenden Aufbau 32.

Der Hauptteil der Auskleidung 22 wird von einem metallischen Honigwabematerial 24 gebildet, von dem ein Teil axial ange stellt ist, um dem Profil der Fanschaufelspitzen 23 zu folgen. Die radial innere Oberfläche des Fangehäuses ist jedoch mit einem Überzug aus einem geeigneten abschleifbaren Material versehen. Wenn sich die Fanschaufeln während des Normalbetriebes drehen, schneiden sich ihre Spitzen 23 einen Pfad durch den abschleifbaren Überzug. Hierdurch wird gewährleistet, daß der Radialspalt zwischen der Auskleidung 22 und den Fanspitzen 23 so klein als möglich gehalten wird, wodurch ein schädlicher Leckstrom über den Schaufelspitzen 23 vermindert wird.

Die Auskleidung 22, die den Luftleckstrom über den Schaufelspitzen 23 vermindert, führt zwei weitere wichtige Funktionen durch. Zunächst wird die Versteifung des Fangehäuses 17 unterstützt. Es ist klar, daß ein Mangel an Steifheit im Fangehäuse 17 zu einer Ausbiegung der Auskleidung 22 und der Fanschaufelspitzen 23 führen würde.

Zweitens definiert der Honigwabenaufbau der Auskleidung 22 im Falle des Abschleuderns einer Fanschaufel 15 oder eines Teils hiervon einen Bereich, in den sich die Fanschaufel 15 oder ein

Teil der Fanschaufel 15 hineinbewegen kann. Dadurch wird die Gefahr vermindert, daß die abgeschleuderte Fanschaufel die verbleibenden Fanschaufeln 15 beschädigt, was weitere Triebwerksbeschädigungen nach sich ziehen könnte.

Das Fanggehäuse 17 besitzt eine solche Dicke, daß im Falle einer abgeschleuderten Schaufel 15 oder eines abgeschleuderten Teils einer Fanschaufel 15 bei Berührung mit dem Gehäuse ein Durchlöchern des Gehäuses eintritt. Obgleich das Fanggehäuse 17 alleine nicht in der Lage ist, eine abgeschleuderte Fanschaufel 15 oder einen abgeschleuderten Teil einer Fanschaufel 15 aufzufangen, wird dennoch durch das Gehäuse ein Teil der kinetischen Energie der Schaufel 15 absorbiert.

15

Das Auffangen einer abgeschleuderten Fanschaufel 15 oder eines abgeschleuderten Teils der Fanschaufel 15 wird durch Berstschutzmaterial bewirkt, das um die radial innere Oberfläche des Fanghauses 17 herum angeordnet ist. Im einzelnen ist der Abschnitt der radial äußeren Oberfläche des Fanghauses 17, der radial außerhalb der Fanschaufelspitzen 23 und etwas stromauf hiervon liegt, mit zwei ringförmigen, im axialen Abstand zueinander angeordneten brechbaren Schienenkörpern 26 versehen. Die Schienenkörper 26 sind am Fanggehäuse 17 festgelegt und ergeben eine zusätzliche Steifheit des Gehäuses 17.

Der axiale Abstand zwischen den Schienen 26 ist mit diskreten Stücken aus flexiblem Material 27 ausgefüllt, das aus aromatischen Polyamidfasern verwoben ist, die aus KEVLAR bestehen (KEVLAR ist eine registrierte Marke der Dupont Ltd). Diese Materialstücke 27 werden lose durch Zwirnstiche zusammengehalten.

Eine Zahl kontinuierlicher Lagen 28, 29, 31 aus KEVLAR sind um das Fanggehäuse 17 und die Schienen 26 in einem Bereich des Fanghauses stromab des Flansches 18 herumgewickelt. Diese Schichten 28, 29, 31 fangen die Schaufel auf.

Mehrere Kohlenstofffaser-Platten 30 sind zwischen die Faserstoffpflaster und die gewickelten Schichten aus KEVLAR gefügt. Die Pflaster sind über den Schienen 26 angeordnet, über die 5 die Lagen 29, 31 aus KEVLAR aufgewickelt sind.

Falls eine Fanschaufel 15 oder ein Teil hiervon abgeschleudert wird, erfolgt eine Durchbohrung der Auskleidung 22 und des Fanghäuses 17, bevor die diskreten Stücke 27 erreicht werden. Die 10 Stücke 27, die von der abgeschleuderten Schaufel 15 oder dem abgeschleuderten Teil der Schaufel 15 getroffen werden, bewirken, daß die scharfen Kanten der Schaufel 15 abgestumpft werden, indem diese Stücke sich selbst um die Schaufel 15 herumwickeln.

15

Die abgestumpfte abgeschleuderte Schaufel 15 trifft dann auf die starre Platte 30 und bewirkt, daß sich die starre Platte 30 von ihren Fixpunkten 33 löst. Die gelöste Platte 30 bewegt sich unter der Kraft der Schaufel 15 in den Bereich der KEVLAR®-

20 Wicklung. Der Impuls der sich bewegenden Schaufel auf der KEVLAR®-Wicklung wird über einen weiteren Bereich verteilt, wodurch die Schneidkraft der Schaufel weiter vermindert wird. Dies hat außerdem den Vorteil, daß weniger KEVLAR® erforderlich ist.

25

Ein weiterer Vorteil einer starren Platte 30 besteht darin, daß dann, wenn das Fanghäuse 17 selbst einen in Umfangsrichtung verlaufenden Riß infolge des Auftreffens der abgeschleuderten Schaufel 15 erhält, die Platte 30 oder die Platten als 30 sekundärer Lastpfad wirken. Demgemäß würde die Kohlenstofffaser-Platte 30 die nachfolgenden aerodynamischen Kräfte und die Massenkräfte innerhalb des Fan und der Triebwerkslagerungen mit aufnehmen.

03.12.99

97300729.7

5

Patentansprüche:

1. Gasturbinentriebwerks-Gehäuseaufbau (13), bestehend
10 aus einem im Querschnitt ringförmigen Gehäuse (17), welches
eine ringförmige Anordnung von rotierenden, stromlinienförmigen
Schaufeln (15) umgibt, wobei das Gehäuse (17) eine radial
äußere Oberfläche definiert und mit diesem mehrere Schichten
aus flexiblem Material (29, 31) vorgesehen sind, die als kon-
15 tinuierliche Längen um das Gehäuse (17) herumgewickelt sind,
und wobei wenigstens eine im wesentlichen starre Platte (30)
zwischen das flexible Material (29, 31) und das im Querschnitt
ringförmige Gehäuse (17) eingefügt ist,
dadurch gekennzeichnet, daß die starre Platte (30) brechbar
20 und lösbar am Gehäuse (17) an Punkten (33) festgelegt ist, die
auf der Platte (30) im Abstand zueinander liegen.
2. Gasturbinentriebwerks-Gehäuseaufbau (13) nach An-
spruch 1,
25 dadurch gekennzeichnet, daß die starre Platte (30) eine Kohlen-
stofffaser-Platte ist.
3. Gasturbinentriebwerks-Gehäuseaufbau (13) nach An-
spruch 1 oder 2,
30 dadurch gekennzeichnet, daß die starre Platte (30) am Gehäuse
(17) an jedem Ende der Platte (30) festgelegt ist.
4. Gasturbinentriebwerks-Gehäuseaufbau (13) nach einem
der vorhergehenden Ansprüche,
35 dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten (29, 31) aus flexib-
lem Material aus gewebten aromatischen Polyamidfasern bestehen.

5. Fanschaufel-Fangaufbau für ein Gasturbinentriebwerk, welches ein Fangehäuse (17) mit ringförmigem Querschnitt aufweist, das einen ringförmigen Aufbau von rotierenden, strom-
5 linienförmigen Schaufeln (15) umgibt, wobei das Gehäuse (17) eine radial äußere Oberfläche definiert und mit einer Mehrzahl von Schichten aus flexiblem Material versehen ist, die als kontinuierliche Längen um das Gehäuse (17) gewickelt sind, wobei wenigstens eine im wesentlichen starre Platte (30) zwischen
10 das flexible Material (29, 31) und das Gehäuse ringförmigen Querschnitts eingefügt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die starre Platte (30) brechbar und lösbar am Gehäuse (17) an Punkten (33) befestigt ist, die auf der Platte (30) im Abstand zueinander liegen.

09.10.99

0795682

97300729.7

